M. Ch. BLONDEAU

de Villefranche (Rhône)

DE L'EXISTENCE DE L'ALCOOL NORMAL DANS LE SANG ET DANS LES PRINCIPALES HUMEURS DE L'ÉCONOMIE

— *Séance du 25 août 1873.* —

Ce n'est pas sans un vif sentiment de satisfaction que je viens exposer devant vous les résultats de trente années d'études que j'ai poursuivies au milieu des difficultés que doit s'attendre à trouver sur sa route celui qui est à la recherche de la vérité. Ces obstacles qu'il rencontre à chaque pas seraient bien capables de le jeter dans le découragement si une voix intérieure ne lui criait : Marche toujours en avant, la récompense est lente à venir, mais elle est certaine. Cette récompense si longtemps attendue consiste dans la satisfaction que l'on éprouve à pouvoir dire : Nos recherches ne seront pas inutiles à l'humanité, elles contribueront peut-être au soulagement des maux qui l'accablent ; elles serviront sans doute à améliorer le sort du plus grand nombre, mais, dans tous les cas, elles auront essayé de soulever un des coins du voile dont le Créateur a voulu recouvrir ses œuvres, afin d'exercer la sagacité de l'homme et lui apprendre que c'est par le travail seul qu'il peut espérer de pénétrer dans le sanctuaire où il tient tant de vérités cachées.

Oh ! que M. Jules Simon a bien rendu la pensée qui soutient les travailleurs de l'intelligence, lorsqu'il a dit, dans le discours qu'il a prononcé à la Sorbonne en présence des membres des sociétés savantes, les paroles suivantes : « Entrer dans un monde jusque-là solitaire, où l'on cherche le premier à apporter la lumière, et entraîner à sa suite le reste de l'humanité agrandie par cette découverte », voilà, Messieurs, le but que les savants se proposent, le véritable motif du zèle et de l'amour qui les transporte vers l'étude des sciences.

Mais, d'un autre côté, le sentiment qui nous porte à penser que nous avons fait une découverte utile à l'humanité est bien souvent combattu par la pensée qu'il n'y a rien de nouveau sous le soleil et que nous sommes, la plupart du temps, victimes de notre amour-propre ou le jouet d'une chimère de notre imagination. Le doute qui vient assaillir notre esprit pendant le cours de nos recherches et qui l'envahit complétement au moment où il veut en faire connaître le résultat peut, à la vérité, être dissipé en exposant la suite de ses travaux et les idées qui les ont dirigés, devant une assemblée composée

de savants illustres, tous amis de la vérité, indépendants par caractère et par position, et qui ne demandent que la preuve de ce qu'on avance.

Voilà, Messieurs, pourquoi j'éprouve un véritable bonheur à venir exposer devant vous le résultat de recherches qui m'ont conduit à la découverte d'un fait qui me paraît avoir une grande importance pour le progrès de la science, je veux parler de l'existence de l'alcool dans le sang. Si je me suis trompé sur la valeur de mes travaux, si je suis victime de quelque illusion, soyez assez bons pour m'avertir de mon erreur, et croyez bien que j'accepterai sans murmurer la sentence de l'illustre aréopage qui me fait l'honneur de m'écouter : et il me restera toujours pour consolation le souvenir des heureux moments que j'ai passés dans mon laboratoire, occupé à la recherche d'un fait que je croyais important et d'un but que je pensais devoir être utile à l'avancement de la science, et que j'ai poursuivi avec une constance que rien n'a pu lasser.

Mais, me dira-t-on, quelle est donc cette idée que vous avez poursuivie pendant une si longue suite d'années et à laquelle vous paraissez attacher une si grande importance ? Cette idée la voici : j'ai toujours été porté à croire que les phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans les êtres organisés et sous l'influence de la force vitale diffèrent essentiellement de ceux qui se produisent dans nos laboratoires, et que la nature met en œuvre des procédés d'analyse et de synthèse qui lui sont particuliers, et dont les phénomènes que présentent les fermentations nous offrent un exemple. — Notre idée, c'est qu'il existe une chimie des corps organisés, qui diffère de la chimie inorganique par les procédés qu'elle met en œuvre et par les résultats auxquels elle parvient.

C'était donc dans le but de connaître la nature des réactions qui se produisent dans les corps organisés et vivants que nous entreprîmes l'étude des fermentations, et cela à une époque où l'on était bien loin de posséder les connaissances que l'on a acquises à ce sujet.

Ce fut en 1840 que je commençai mes recherches sur les fermentations. On ignorait alors complétement la cause déterminante de ces phénomènes. La seule substance que l'on regardait comme susceptible d'éprouver la fermentation était le sucre, dont on attribuait la décomposition à l'action d'un ferment dont on ne précisait pas la nature, mais auquel on attribuait la faculté de dédoubler le sucre en ses deux éléments, alcool et acide carbonique, à une force que l'on nommait *force catalytique*, par suite de l'analogie que présentent certains faits de décomposition observés dans la chimie minérale.

Vers le même temps une autre théorie fut proposée par un chimiste illustre de l'Allemagne, par M. Liebig. Elle consistait à admettre que

la décomposition du sucre, qui se produit dans l'acte de la fermentation, est due à un mouvement moléculaire qui a lieu dans toute substance qui se décompose, lequel, en se transmettant au sucre, détermine la séparation de ses éléments. Le point de départ du mouvement fermentescif est dû, d'après M. Liebig, à un commencement de putréfaction qu'éprouve une matière albumineuse que l'on rencontre dans la plupart des jus sucrés et qui entraîne dans son mouvement de décomposition le sucre avec lequel elle se trouve associée.

Ces deux théories, les seules qui fussent enseignées à l'époque où nous commençâmes nos recherches étaient loin de nous satisfaire. La force de contact n'avait été admise par les chimistes que dans le but de parvenir à expliquer certaines réactions de la chimie minérale qui semblent se soustraire aux lois qui régissent les faits dans cette partie de la science. On avait mis un mot à la place d'une explication, et ce mot ayant été accepté, on crut également pouvoir s'en servir pour parvenir à rendre compte de ce qui se passe dans la fermentation.

Quant à la théorie de M. Liebig, elle nous paraissait tout à fait inacceptable. En effet, nous n'avions jamais eu l'occasion d'observer qu'une matière organique en décomposition fût capable de déterminer la fermentation de l'eau sucrée, et d'ailleurs cette théorie, qui nous semblait avoir pour point de départ une erreur physiologique, ne rendait nullement compte de la multiplication du ferment, ainsi que d'une foule de circonstances qui se produisent dans l'acte de la fermentation. Nous dûmes donc chercher ailleurs la cause déterminante de cet important phénomène.

Une théorie qui nous paraissait bien plus rationnelle que celles que l'on enseignait à l'époque que nous venons de rappeler consistait à admettre que le ferment, cause première de la fermentation, était un être organisé, et que la transformation qu'éprouve le sucre n'était que le résultat du développement de cet être au sein d'un liquide fermentescible, de telle sorte que la fermentation serait due, non à une action chimique, mais bien à une action physiologique.

Cette opinion, que deux savants français, MM. Cagniard-Latour et Turpin, avaient cherché à introduire dans la science, fut combattue en Allemagne et ne fut pas adoptée en France. On se rend compte ainsi du discrédit et par suite de l'oubli dans lequel elle était tombée en considérant que cette théorie ne faisait nullement avancer la question. En attribuant la fermentation au développement d'un être organisé, on déplaçait la difficulté, mais on ne parvenait pas à la résoudre.

Cependant, en réfléchissant à la théorie proposée par MM. Cagniard-Latour et Turpin, elle nous parut renfermer le germe d'une interpré-

tation rationnelle qui ne demandait qu'à être développée pour conduire à une explication complète d'un phénomène que tous les systèmes proposés jusqu'alors laissaient dans le vague le plus absolu. C'est par suite de cette conviction que nous conçûmes la série d'expériences que nous avons continuées jusqu'à ce jour et qui devait nous servir à prouver que l'idée mère, émise par les savants français que nous venons de nommer, était l'expression de la vérité, et que les faits observés dans la fermentation des jus sucrés étaient la manifestation la plus évidente des forces que la nature vivante a à sa disposition, et à l'aide desquelles elle parvient à modifier les substances avec lesquelles elle se trouve en rapport, pour les approprier à ses besoins.

Nos premières recherches ont eu pour résultat de constater que les ferments étaient des êtres organisés et vivants, jouissant de toutes les facultés qui servent à caractériser la vitalité, c'est-à-dire qu'ils naissent, se développent et se reproduisent dans tous les milieux favorables à leur existence, et qu'ils périssent au contraire lorsqu'ils sont placés dans des conditions où généralement les êtres organisés trouvent la mort.

Quant à la naissance et au mode de reproduction des globules du ferment, ils avaient déjà été observés par un savant allemand, M. Mitscherlich, qui avait constaté que les globules qui la composent, alors qu'ils ont atteint un certain degré de développement, émettent de petits bourgeons formant une hernie à leur surface, lesquels, après quelque temps, se détachent de l'utricule mère pour aller vivre d'une existence indépendante, pendant la durée de laquelle ils reproduisent les mêmes phénomènes auxquels avaient donné naissance les utricules primitifs.

Nous cherchâmes encore à nous convaincre de la vitalité de ces globules, en introduisant dans des vases contenant des jus sucrés en pleine fermentation des agents toxiques, tels que de la morphine, de la strychine, de l'acide sulfureux, des sels de mercure, de cuivre, des arséniates, et nous pûmes constater que, sous l'influence de ces poisons, la fermentation était suspendue et que les ferments étaient frappés de mort.

Dès ce moment, il n'y eut plus de doute dans notre esprit. Le ferment était incontestablement un corps organisé jouissant de toutes les propriétés qui servent à caractériser cette classe d'êtres. C'était, comme l'avaient pensé MM. Cagniard-Latour et Turpin, un végétal cryptogamique, auquel ils avaient donné le nom de *Torula cerevisiæ*. Pour que ce végétal puisse croître et se multiplier, il est nécessaire qu'il se nourrisse, et pour accomplir ses différentes fonctions, il faut qu'il emprunte le soutien de son existence au milieu qui l'environne, qu'il modifie suivant les besoins de son organisation.

Mais ici se présente une question : le sucre est-il l'aliment que réclame le ferment ? Est-ce pour l'approprier à sa nourriture qu'il lui fait subir la transformation qu'il éprouve dans l'acte de la fermentation ? En un mot, le ferment a-t-il besoin, pour se nourrir, d'acide carbonique et d'alcool, de même que l'animal a besoin que des matières sucrées et féculentes entrent dans la composition de ses aliments ?

La réponse à cette question nous est fournie par l'expérience. Non évidemment, le ferment ne se nourrit pas de sucre, et ce qui le prouve d'une manière incontestable, c'est que la levure de bière, mise en rapport avec de l'eau sucrée, peut bien déterminer un commencement de fermentation, mais cette action s'épuise bientôt, et le ferment, ne pouvant puiser sa nourriture dans le milieu où il est plongé, meurt d'inanition sans avoir pu se reproduire. Il manque donc à la solution sucrée quelque chose pour qu'elle puisse servir à l'accomplissement des fonctions du ferment. Ce qui lui fait défaut, c'est l'albumine, qui est le véritable aliment du ferment ainsi que nous l'a encore appris l'expérience. En effet, si à la dissolution sucrée on ajoute une matière albumineuse, telle que du sérum, et si on vient à y introduire une certaine quantité de globules de la levure de bière, non-seulement la fermentation s'établit dans l'intérieur de cette dissolution, mais encore elle s'y achève, c'est-à-dire que le sucre est transformé complétement en acide carbonique et en alcool; et de plus, le ferment se multiplie, car on trouve après la fermentation une bien plus grande quantité de globules que celle qu'on avait placée dans le liquide à l'origine de l'opération. Ce qui prouve encore que l'albumine est un principe indispensable à l'existence et à la multiplication du ferment, c'est que l'on retrouve cette substance dans tous les jus sucrés susceptibles de fermenter.

Mais si le sucre n'est pas utile à la nutrition du ferment, pourquoi sa présence est-elle constante dans toutes les liqueurs fermentescibles, et pourquoi sa transformation en alcool et acide carbonique, si elle ne doit pas satisfaire à un besoin de son organisation ? Le ferment est un être *anérobie*, c'est-à-dire qu'il ne peut se développer qu'en l'absence de l'air, et c'est pour satisfaire à cette condition de son existence qu'il emprunte l'acide carbonique au sucre, qui est ainsi chargé de lui fournir le moyen de se soustraire à l'influence d'un milieu qui rendrait son développement impossible.

Mais s'il est bien prouvé que l'albumine est le véritable aliment du ferment, il nous reste à déterminer quel est le genre de modification que lui font éprouver les globules avant de l'assimiler. L'albumine n'est point directement absorbée, elle subit une modification avant de pouvoir être assimilée par le globule, elle se change en une substance

azotée qui entre dans la constitution du ferment et en une matière grasse qui peut elle-même se transformer en glycérine et en acide gras, que l'on retrouve également parmi les produits de la fermentation.

Nous eûmes, en 1845, l'occasion de reconnaître l'exactitude de l'opinion que nous venons de développer au sujet des modifications que font éprouver les végétations cryptogamiques aux substances sur lesquelles elles se développent, en étudiant le changement que subit le caséum dans les caves de Roquefort (Aveyron). Nous fûmes invinciblement conduit à considérer la transformation qui a lieu dans cette circonstance comme due au développement d'un végétal analogue au ferment et qui puise sa nourriture dans le caséum.

Nous avions entendu dire dans le pays que le fromage qui avait séjourné pendant quelque temps dans les caves de Roquefort y acquiert des qualités précieuses qui le font rechercher des consommateurs, sans qu'il fût possible de dire à quelle cause on devait attribuer ce changement. Cependant, d'après quelques détails qui me furent donnés, je ne doutai pas un seul instant qu'ils ne fussent dus aux végétations cryptogamiques qui se développent en si grande abondance dans des caves réunissant toutes les conditions propres à favoriser leur multiplication. Pour nous en assurer, nous nous rendîmes sur les lieux, afin d'étudier de près tous les détails d'une fabrication qui nous présentait le plus vif intérêt. Là nous vîmes que le caséum obtenu par la coagulation du lait de brebis était malaxé avec les germes d'un végétal cryptogamique (le *penicillium glaucum*) que l'on faisait développer rapidement sur du pain placé dans l'intérieur des caves. Le caséum, après avoir été ainsi ensemencé et additionné d'une quantité suffisante de sel, est moulé en pains de dimensions variables, lesquels sont placés sur des étagères établies dans des caves obscures, froides et humides. Dans ces conditions, les germes qu'on a introduits dans le fromage se développent avec rapidité et viennent former à sa surface des houppes soyeuses qui finissent par le recouvrir complétement. Cette végétation mycodermique, qui a demandé huit jours pour se développer, est enlevée à la surface du fromage au moyen d'un racloir. Mais elle ne tarde pas à se reproduire, et on la traite comme la précédente. Après avoir pratiqué six à sept fois la même opération, à huit jours environ d'intervalles, on dit que le fromage est *mûr*, et on peut le livrer à la consommation.

Que s'est-il passé dans ce caséum qui a servi de milieu dans lequel s'est développé avec tant d'abondance une végétation cryptogamique? En l'examinant avec soin on trouve qu'il a complétement changé de nature, et que, de matière insipide, il est devenu une substance onctueuse, agréable au goût, et qu'il doit ce changement à une matière

grasse que l'on parvient avec la plus grande facilité à extraire de son intérieur en le traitant par l'alcool ou par l'éther. Le caséum, qui, au moment de son introduction dans les caves, ne contenait qu'une très-faible quantité de matière grasse, en renferme à sa sortie de 40 à 45 pour 100. D'où peut provenir cette matière grasse si ce n'est du caséum, dont la masse a diminué et a éprouvé une modification dans sa nature par le fait du développement du végétal mycodermique.

Quelle est la nature de la matière grasse qui s'est formée dans ces circonstances ? L'étude de ses propriétés chimiques et de sa composition nous a appris qu'elle n'était autre que l'*adipocire* que Fourcroy avait découvert dans les cadavres qui ont séjourné quelque temps sous terre et qu'on a appelé après lui *gras de cadavre*, lequel prend naissance aux dépens de la chair musculaire et sous les mêmes influences où nous avons vu le caséum se transformer en cette matière. C'est à cette transformation produite par le développement d'un végétal cryptogamique, le *penicillium glaucum*, que nous avons donné le nom de *fermentation caséeuse*, assimilant ainsi la cause qui produit l'alcool dans la fermentation alcoolique à celle qui produit dans cette circonstance l'*adipocire*.

Ce titre de fermentation, appliqué à la transformation qu'éprouve le caséum en matière grasse, ne paraissait pas suffisamment justifié aux yeux de ceux qui ne croyaient devoir donner ce nom qu'à une réaction en quelque sorte spontanée, s'accomplissant au sein d'une matière organique et caractérisée par un dégagement d'acide carbonique et la formation d'alcool. La fermentation devenait pour nous un phénomène plus général ; elle consistait dans toute transformation qu'éprouve la matière organique sous l'influence des végétations cryptogamiques, et, si, dans la fermentation alcoolique, on observe un dégagement d'acide carbonique, c'est que le ferment a besoin pour vivre de constituer un milieu qui convienne à son développement. Nous fûmes ainsi conduit à considérer la fermentation comme le moyen mis en œuvre par la nature pour ramener la matière organisée à des formes de plus en plus simples, afin de parvenir ainsi à la restituer au règne minéral, après avoir accompli le rôle auquel elle était destinée dans l'organisme. Voilà pourquoi le sucre se transforme en alcool et le caséum en adipocire, car ces deux substances, pouvant être brûlées au contact de l'air, se changent en acide carbonique et en eau et restituent ainsi à la nature morte les matériaux qu'emploie la force vitale pour constituer de la matière vivante.

On voit d'après cet exposé que, tout en partageant l'opinion de MM. Cagniard-Latour et Turpin au sujet de la nature organisée et végétale du ferment, nous avons été plus loin qu'eux dans la voie

qu'ils avaient ouverte, en disant que les changements qu'éprouvent les substances organiques sous l'influence de ce qu'on appelait les ferments, n'était que la conséquence du développement d'un être organisé qui vit aux dépens des milieux dans lesquels il se trouve placé et qu'il transforme suivant les besoins de son existence.

Cette manière générale d'envisager la fermentation et la découverte d'un fait aussi nouveau et aussi extraordinaire que celui résultant de l'action des végétations cryptogamiques, qui, en se développant sur les matières organiques azotées, peut les transformer en une matière dont l'existence même avait été contestée, furent consignées par nous dans un mémoire qui porte la date de 1847, et qui fut soumis par nous à l'appréciation de M. Milne-Edwards, juge si compétent en ces sortes de matières, que nous priâmes de communiquer à l'Académie des sciences, dans le cas où il aurait obtenu son approbation. M. Milne-Edwards nous accueillit avec une bonté dont le souvenir ne s'effacera jamais de notre mémoire. Ce souvenir nous est d'autant plus précieux que, dans le cours de notre longue carrière scientifique, c'est à peu près le seul encouragement que nous ayons reçu de la part de ceux dont la mission devrait être de prêter leur appui à ceux qui s'engagent dans la carrière la plus ingrate et la plus pénible, nous voulons parler de la carrière scientifique. Ce souvenir nous est encore précieux sous un autre rapport, en ce qu'il nous permet de fixer d'une manière précise l'époque à laquelle nous avons rendu publiques nos recherches sur les fermentations.

M. Milne-Edwards, ayant reconnu toute l'importance de nos travaux au point de vue de la physiologie générale, nous pria de les exposer devant une assemblée de savants qu'il avait réunis chez lui à l'occasion du séjour à Paris de M. Robert Owen, un des plus illustres physiologistes de l'Angleterre. Nous nous empressâmes de nous rendre à cette gracieuse invitation, et, dans une soirée qui eut lieu dans les premiers jours de septembre 1847, nous fîmes connaître à cette docte assemblée les résultats de nos recherches sur les fermentations que nous attribuâmes à l'action de la force vitale résidant dans les végétaux cryptogamiques, laquelle était capable de donner naissance aux modifications que l'on constate dans les matières organisées sur lesquelles ils se développent. Peu de jours après, notre mémoire fut présenté par M. Milne-Edwards à l'Académie des sciences, et les journaux scientifiques de l'époque s'occupèrent de l'importante question que nous y traitions.

Nous avons tenu à préciser l'époque à laquelle nous avons rendu publiques nos recherches sur les fermentations, car ce n'est que quelques années plus tard que nos idées ayant été reproduites par un

chimiste en grand renom, M. Pasteur, elles ont fait beaucoup de bruit, à tel point qu'un savant distingué, M. Boussingault, membre de l'Académie des sciences, a cru pouvoir formuler son opinion en disant qu'il les considérait comme la plus importante découverte qui ait été faite au dix-neuvième siècle. C'est cette découverte dont nous réclamons la priorité, et nous allons nous efforcer de faire ressortir toutes les conséquences qui en découlent.

Nous avons été un des premiers à constater la vitalité des ferments et à démontrer que ces êtres organisés ont besoin, pour vivre, d'emprunter aux substances organiques avec lesquelles ils se trouvent en rapport l'élément nécessaire à leur développement, auquel ils font subir différentes modifications et dont les résidus forment les produits de la fermentation. Dans la fermentation alcoolique, les produits de la fermentation sont l'alcool et l'acide carbonique, et la substance qui a concouru à les former, c'est-à-dire le sucre, doit encore passer par une série d'états intermédiaires avant d'atteindre le degré de simplicité qui sert à caractériser les substances minérales. En effet, le ferment peut prendre une autre forme et constituer ce qu'on appelle *la mère du vinaigre*, sous laquelle il détermine la combustion de l'alcool et sa transformation en acide acétique, puis ultérieurement la transformation de ce dernier en acide carbonique et en eau. De telle sorte qu'on peut, en dernière analyse, assimiler la fermentation à une combustion lente qui a pour but de détruire le sucre dans les matières organisées en le transformant en alcool, qui lui-même brûle et développe la chaleur qui peut être utilisée par l'organisme.

Ce nouveau point de vue, sous lequel nous considérions les fermentations, nous conduisit immédiatement à nous demander si, dans l'organisme vivant, il ne se produisait pas des phénomènes analogues à ceux que nous avions observés dans les produits de l'organisation, et si la chaleur, à l'aide de laquelle la vie s'entretient, ne serait pas elle-même le résultat d'une action ayant la plus grande analogie avec les faits que nous avons précédemment étudiés.

A peine eûmes-nous posé cette question que nous cherchâmes à la résoudre expérimentalement. Mais avant de faire connaître les recherches que nous avons entreprises à ce sujet, nous devons revenir sur les faits qui nous ont déterminé à nous engager dans cette voie encore inexplorée.

Lorsque M. Boussingault vint déclarer en pleine Académie qu'il considérait la découverte de l'action cryptogamique sur les matières organisées comme le fait le plus important qui eût été signalé depuis le commencement du dix-neuvième siècle, nous devions être de son avis, puisque c'était nous qui le premier avions fait connaître les faits

sur lesquels se basait l'opinion du savant académicien. Aussi crûmes-nous devoir chercher à justifier les prévisions de l'illustre agronome, en établissant d'une matière certaine que la plupart des réactions qui ont lieu dans l'économie animale et végétale sont dues aux mêmes causes que celles qui s'accomplissent dans l'acte de la fermentation. Pour cela il fallait commencer par faire voir que la force vitale qui anime ces petits êtres que l'on a désignés sous le nom de ferments, et que nous n'avions vus, jusqu'alors agir que comme force divellente ou analytique, capable seulement de séparer les éléments des corps, pouvait également les réunir et donner ainsi naissance à des composés nouveaux, en un mot, que cette force que nous n'avions considérée jusqu'ici que comme un agent de destruction, pouvait également servir comme force synthétique et donner naissance aux combinaisons les plus variées.

A la vérité, il existait déjà un fait, bien connu dans la science, et qui pouvait servir à prouver que les ferments sont capables d'opérer des combinaisons. On savait que le sucre de cannes, ou *saccharose*, avant d'entrer en fermentation et de se dédoubler en alcool et en acide carbonique, se transforme en sucre de raisin ou *glycose*. Pour que ce changement pût se produire, il fallait que le ferment eût déterminé la combinaison d'un équivalent d'eau avec un équivalent de saccharose. Mais ce fait, qui se produit également dans l'économie animale, avait besoin d'être étayé par de nouvelles observations. Il était donc nécessaire d'apporter des preuves à l'appui de notre opinion, laquelle consiste à regarder la force vitale comme un agent de combinaison aussi efficace que nous l'avions trouvé un moyen de décomposition énergique. Pour cela, nous avons dû chercher à établir que le ferment est susceptible de constituer de l'albumine, une des substances les plus complexes qui entrent dans la composition des êtres organisés, en réunissant les éléments qui font partie de ce composé.

Nous avons eu l'occasion de dire que des globules de ferment introduits dans de l'eau sucrée pouvaient y déterminer un commencement de fermentation qui ne tarde pas à s'arrêter, parce que le ferment, ne trouvant pas dans ce liquide tous les éléments qui entrent dans sa constitution, ne peut pas se reproduire. En ajoutant à l'eau sucrée une matière azotée telle que l'urée, non-seulement quelques globules de ferment introduits dans la dissolution peuvent la faire fermenter, mais encore ces derniers sont susceptibles de se reproduire avec une grande facilité. Le ferment a donc pu, avec du sucre et de l'urée, fabriquer l'albumine nécessaire à sa constitution, et, par suite, se multiplier avec une grande rapidité.

Par cet exemple et par une foule d'autres que nous avons eu

également l'occasion de constater, nous pouvons sans crainte annoncer que la force vitale qui réside dans les globules du ferment est capable de donner naissance à tous les composés que l'on retrouve dans les produits de la fermentation.

De là à admettre que la force vitale résidant dans un être organisé est capable de produire les mêmes effets d'analyse et de synthèse, il n'y avait qu'un pas, et ce pas, nous l'avons franchi, en considérant toutes les réactions qui s'accomplissent sous l'influence de la force vitale comme le résultat de fermentations ayant lieu dans l'organisme, en sorte que la vie elle-même doit être considérée comme une fermentation qui n'a besoin pour se continuer que de l'intervention d'une température suffisamment élevée. De là, la nécessité de la chaleur animale, dont nous avons cherché à expliquer la production d'une manière différente de celle qui a été admise par les savants qui nous ont précédé et dont les théories avaient toujours laissé quelque chose à désirer.

Lavoisier a été un des premiers à rechercher la source à laquelle la chaleur animale vient s'alimenter. Il admettait qu'une substance hydrocarbonée, qui tire son origine du sang, traversait les membranes qui forment les vaisseaux pour pénétrer dans les cellules du poumon, et que, se trouvant là, en rapport avec l'oxygène de l'air, servait de combustible à cet agent en se transformant en eau et acide carbonique. De là, il résultait que la chaleur produite dans le poumon, se transmettait au reste de l'économie par l'intermédiaire du sang, qui y entretenait ainsi la température nécessaire au fonctionnement des divers organes.

La théorie de Lavoisier repose sur une hypothèse que rien ne peut justifier, et elle est en opposition avec les faits les mieux constatés. Si le poumon est le foyer auquel s'entretient la chaleur animale, il est de toute évidence que cet organe doit posséder une température plus élevée que les autres parties du corps; et l'expérience démontre le contraire, car elle nous apprend que quelle que soit la partie dans laquelle on fait pénétrer un thermomètre, cet instrument indique sensiblement la même température que celle que possède le poumon. On dut donc renoncer à la théorie de Lavoisier pour en adopter une autre qui pût mieux s'adapter aux faits observés.

Une nouvelle théorie fut proposée par M. William Edwards; elle consiste à admettre que la chaleur animale n'est pas produite par la combustion d'une matière spéciale, mais bien par les éléments du sang qui, étant brûlés par l'oxygène de l'air introduit dans les différents points de l'organisme, produit la chaleur nécessaire à son fonctionnement. En admettant que la combustion ait lieu dans toutes les parties de l'économie, on rend compte de l'uniformité de température

qu'on y observe, mais on ne répond pas à plusieurs difficultés qui rendent cette théorie tout à fait inacceptable. D'abord, elle suppose que les éléments du sang peuvent se combiner directement à l'oxygène de l'air, et cela à la température du corps de l'animal, ce qui m'a été démontré inexact d'après les résultats obtenus par différents expérimentateurs, lesquels ont constaté qu'en faisant passer de l'oxygène pur dans du sang amené à la température du corps des animaux d'où on l'avait extrait, les éléments de ce liquide ne se combinent pas avec l'oxygène, et qu'il n'y a ni production d'eau, ni formation d'acide carbonique. Il est d'ailleurs facile de prouver qu'à la température du corps humain, l'hydrogène même à l'état de liberté ne se combine pas avec l'oxygène. En effet, si on place un animal dans une atmosphère artificielle formée d'oxygène et d'hydrogène, la vie peut se continuer dans ces conditions, et l'on retrouve dans les produits de la respiration toute la quantité d'hydrogène qui faisait partie du milieu artificiel dans lequel l'animal a séjourné pendant quelque temps. Cette expérience démontre bien clairement qu'il n'a pu se former de l'eau dans l'acte de la respiration par suite de la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène.

Ainsi se trouve renversée une hypothèse à laquelle on avait été forcé de recourir pour expliquer un fait fort embarrassant pour les savants qui avaient cherché à déterminer expérimentalement la quantité de chaleur développée dans l'économie par le fait de la respiration, et qui admettaient que l'hydrogène devait être brûlé en même temps que le carbone, pour pouvoir parvenir à se rendre compte de la quantité de chaleur développée dans nos organes. On sait que l'oxygène, en se transformant en acide carbonique, ne change pas de volume : or, en examinant les produits de la respiration, on avait trouvé que le volume d'acide carbonique expiré était toujours plus considérable que celui de l'oxygène introduit dans les poumons, et on en avait conclu que cette différence ne pouvait provenir que de ce qu'une partie de l'oxygène avait été employée à brûler l'hydrogène du sang et avait disparu dans cette combinaison.

En admettant l'exactitude de cette supposition, en admettant même que les éléments combustibles qui entrent dans la composition du sang développent autant de chaleur que s'ils y restaient à l'état de liberté, les savants qui se sont occupés de ce sujet n'ont pu rendre compte de toute la chaleur qui se développe dans le corps d'un animal, ce qui tend à prouver que les hypothèses sur lesquelles ils s'appuyent n'ont aucun fondement.

C'est qu'en effet la respiration est un acte plus compliqué qu'on ne l'avait supposé, et que l'oxygène, au lieu de s'attaquer aux éléments

du sang, exerce son action sur un liquide plus combustible, l'alcool, lequel prend naissance aux dépens du sucre contenu dans l'organisme, à la suite d'une fermentation qui y est provoquée par les globules du sang, lesquels, dans cette circonstance, jouent le rôle de ferment.

Pour démontrer la réalité de notre hypothèse, nous allons faire connaître les moyens par lesquels nous sommes parvenu à constater la présence de l'alcool dans le sang, puis nous ferons voir que ce liquide disparaît après avoir été brûlé dans l'économie, et qu'il a ainsi contribué, en majeure partie, au développement de la chaleur nécessaire à l'existence.

On savait depuis longtemps que du sucre existait dans le sang, mais ce n'est que tout récemment que M. Cl. Bernard nous a appris que cette substance prend naissance dans le foie, et qu'après être passée dans le sang, elle disparait dans le cours de la circulation. Le sang, au moment de pénétrer dans le foie par la veine porte, ne contient presqu'aucune trace de matière sucrée, tandis qu'il en renferme de grandes quantités lorsqu'il sort du foie par les veines sus-hépatiques. Qu'est devenu le sucre qui a disparu du sang pendant le passage de ce liquide au travers de l'économie? Ceux qui admettent la combustion des éléments du sang pour expliquer la production de la chaleur animale ont eu bientôt fait de changer la nature du combustible et se sont empressés de dire : Ce ne sont pas les éléments du sang qui sont brûlés dans l'acte de la respiration, mais bien ceux du sucre. C'est ainsi qu'ils furent amenés à considérer les matières féculentes et sucrées comme des aliments combustibles destinés à produire la chaleur nécessaire à l'entretien de la vie.

A la vérité, une difficulté bien grave se présente pour qu'il soit possible d'admettre *a priori* cette explication. L'expérience nous apprend, en effet, que les éléments du sucre, pas plus que ceux du sang, ne se combinent à l'oxygène de l'air, à la température du corps de l'animal.

Mais il pourrait se faire que le sucre éprouvât dans l'économie une transformation qui rendit cette combinaison possible. Si, par exemple, le sucre s'y transformait en alcool et en acide carbonique à la suite d'une fermentation, comme nous savons, d'après ce qui se produit dans l'acétification, que l'alcool est brûlé par l'oxygène de l'air, même à une basse température, il n'y avait rien d'impossible à ce que cette combinaison s'effectuât dans l'intérieur des vaisseaux sanguins, et que de cette combustion dérivât la chaleur animale. La confirmation de cette hypothèse devait être demandée à l'expérience, et voici ce qu'elle nous a répondu.

D'abord le sucre peut-il fermenter dans l'économie animale et quel

est le ferment capable de déterminer cette action? La température à laquelle se trouve généralement porté le corps des animaux est une circonstance favorable à la fermentation, et en outre les globules du sang présentent tant d'analogie sous le rapport de leur forme, de leur composition et de leur mode de reproduction, avec les globules de la levure de bière, qu'on est conduit à penser qu'ils doivent être capables de déterminer également la fermentation alcoolique. Mais encore, bien que l'analogie soit frappante, était-il nécessaire de s'assurer expérimentalement que l'une et l'autre espèce de globules était susceptible de jouer le même rôle à l'égard des liqueurs sucrées. Pour nous en assurer, nous avons mis dans un flacon tubulé de l'eau sucrée, et nous y avons introduit une certaine quantité de sang d'un cochon qu'on venait d'égorger. Nous vîmes au bout de quelques instants se produire un dégagement d'acide carbonique, en même temps que nous pûmes recueillir dans le liquide une quantité d'alcool correspondante à celle du gaz dégagé.

D'après cette expérience il ne pouvait plus y avoir de doute, les globules du sang constituent un ferment aussi actif que les globules de la levure de bière, et la fermentation alcoolique peut aussi bien se déterminer sous l'influence des globules du sang que sous celle des globules de la levure.

Mais si cette fermentation se produit effectivement dans l'économie, on doit pouvoir retrouver de l'alcool dans le liquide sanguin au milieu duquel elle s'accomplit. Pour le constater, nous avons pris du sang de porc, et après avoir déterminé sa coagulation au moyen de quelques cristaux de sulfate de soude, nous avons lavé le caillot avec de l'eau distillée, puis ayant filtré le mélange, nous avons soumis à la distillation le liquide qui avait traversé le filtre et dont les premières parties passées à la distillation nous ont donné de l'alcool reconnaissable à son odeur, à sa saveur, à son inflammabilité et à son action sur le permanganate de potasse.

Il était facile de prévoir que, si l'alcool se trouve dans le sang, on doit le rencontrer dans toutes les humeurs qui tirent leur origine de ce liquide. En soumettant ces humeurs aux mêmes traitements que nous avions fait subir au liquide sanguin, il nous a été possible de découvrir la présence de l'alcool dans le lait, dans la bile et même dans l'urine. D'après cela, l'alcool se trouve répandu dans toutes les parties de l'économie, et si c'est à sa combustion qu'on doit attribuer la chaleur animale, on se rend facilement compte pourquoi cette chaleur est répartie d'une manière uniforme dans toutes les parties de l'économie, puisque la combustion se produit dans tous les points et que le sang, dans son mouvement circulaire, préside à l'égale répartition de cette chaleur.

Il n'est guère permis de douter, en connaissant l'action qu'exerce l'air sur l'alcool, qui peut brûler, même à une température peu élevée, en se transformant successivement en acide acétique, en eau et en acide carbonique, que ce même genre de réaction ne se produise dans l'économie, et qu'il ne faille lui attribuer le calorique qui entretient la chaleur animale, ainsi qu'une partie de l'acide carbonique produit dans l'acte de la respiration.

Examinons actuellement si la cause à laquelle nous attribuons la production de la chaleur animale, suffit à interpréter toutes les particularités que présente le phénomène de la respiration. D'abord, cette circonstance du dégagement d'un volume d'acide carbonique plus considérable que celui qui correspond à la quantité d'oxygène qui a pénétré dans le poumon, trouve une explication toute naturelle par ce fait que l'acide carbonique ne provient pas seulement de la combustion du carbone par l'oxygène, mais encore de la transformation qu'éprouve le sucre qui, par la fermentation, se convertit en alcool et acide carbonique, ce dernier venant se joindre à celui qui résulte de la combustion de l'acide acétique.

Il nous reste actuellement à établir que la quantité d'acide carbonique dégagé dans l'acte de la respiration, et que la quantité de chaleur développée dans l'exercice de cette fonction, sont précisément celles qui résultent de la transformation qu'éprouve le sucre dans l'économie par suite de son changement en acide carbonique et alcool, et de la combustion de ce dernier par l'oxygène de l'air.

Nous serons guidé dans cette recherche par les travaux que M. Cl. Bernard a entrepris dans le but de constater la présence du sucre dans le sang, et de déterminer la quantité de cette substance qu'on y rencontre à l'état normal. Ce savant physiologiste y a constaté l'existence constante du sucre, et il a évalué la quantité de cette substance qui est contenue dans le sang artériel à 0,0015 du poids de ce liquide. Il a d'ailleurs été conduit par le résultat de ses expériences à admettre que cette quantité de sucre diminue pendant la circulation, qu'elle est moindre dans les veines, et qu'elle a disparu à peu près complétement du sang au moment où ce liquide pénètre dans le foie par la veine porte.

Nous inclinons à penser que la destruction du sucre est loin d'être complète pendant la circulation du sang au travers du corps, et voici la raison de notre opinion. La quantité du sang contenu dans les vaisseaux d'un homme ordinaire peut être évalué moyennement à 16 kilog., il en résulterait que la quantité de sucre contenue dans le sang et qui disparaîtrait à chaque circonvolution de ce liquide, serait de 16 kilog. $\times$ 0,0015 = 24 grammes. Or, comme d'après Hartig,

le temps que le sang met à parcourir les vaisseaux est de 27 secondes. et par conséquent parcourt 133 fois son circuit dans une heure, il en résulterait donc qu'il se détruit et se régénère 3 kilog. 192 de sucre par heure ou 76 kilog. 608 toutes les 24 heures.

Or ce résultat, évidemment exagéré, nous prouve qu'à chaque révolution du sang, le sucre ne disparaît pas complétement, et d'après la quantité d'acide carbonique produit dans la respiration, nous admettons que la quantité qui disparaît et par conséquent celle qui se régénère n'est que 1/10 de celle qui a été trouvée dans le sang artificiel par M. Bernard, c'est-à-dire 15 centig. par kilogramme de sang ou 0,240 pour la totalité du sang contenu dans les vaisseaux. Or, comme le sang fait 133 révolutions par heure, la quantité de sucre détruite dans l'organisme pendant cet intervalle de temps sera de 31 gr. 92 ou de 766 gr. 08 pendant 24 heures, quantité très-admissible et qui s'accorde du reste avec le résultat des expériences.

Nous admettons donc qu'il arrive journellement 766 gr. de sucre dans le sang, et que ce sucre est fabriqué dans l'économie au moyen des aliments féculents qui y sont introduits. Nous allons chercher à faire voir que cette quantité de sucre rend compte d'une manière satisfaisante des différentes circonstances que présente le phénomène de la respiration. En effet, ce sucre, en se dédoublant sous l'influence du ferment hémétique, donne naissance à :

391 gr. alcool.
375 gr. acide carbonique.

Les 391 gr. d'alcool, en brûlant, produisent 748 gr. d'acide carbonique, en sorte que le poids total de ce gaz, qui sort du poumon toutes les 24 heures, doit être de 1122 gr. qui représentent un volume de 562 litres de ce gaz, lesquels renferment un poids de 306 gr. de charbon. Or, d'après les évaluations les plus dignes de confiance. l'homme produit par jour, dans l'acte de la respiration, 550 litres d'acide carbonique pesant 1100 gr. : et M. Scharling, qui, dans ces derniers temps, a publié un mémoire fort remarquable sur ce sujet, est venu confirmer ces résultats, car il a trouvé que la quantité d'acide carbonique exhalée par l'homme toutes les 24 heures pouvait varier entre 1063 et 1220 gr.

Quant à la disparition de l'oxygène qui doit avoir lieu par le fait de la combustion de l'alcool, et qui a été signalé par la plupart des savants qui se sont occupés de cette question, elle doit être le tiers de celui qui a été employé à la combustion de cette substance, ainsi que le démontre la formule suivante :

$$O^{12} + C^4 H^6 O^2 = 4 (CO^2) + 4 (HO) + 2 (HO).$$

D'après cela, il n'y aurait que les 2/3 de l'oxygène qui seraient employés à former de l'acide carbonique, 1/3 entrerait dans la composition de l'eau. Les expériences de M. Despretz sont venues confirmer ce résultat, puisqu'il a trouvé que le gaz acide carbonique produit ne faisait que les 2/3 de l'oxygène disparu.

Il nous reste à faire voir que la quantité de chaleur produite par la combustion de l'alcool qui a pris naissance dans l'économie, rend compte d'une manière assez satisfaisante de la chaleur nécessaire pour entretenir le corps à une température constante.

Nous avons dit qu'il se produisait dans notre organisation 391 gr. d'alcool par 24 heures : or, comme on sait qu'un gramme d'alcool produit, en brûlant, 7160 unités de chaleur, par conséquent le calorique développé par la combustion de l'alcool produit dans l'économie sera représenté par 2,799,560 unités de chaleur, ou en d'autres termes par la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré 2,799 kilog. d'eau, ou pour porter de 0° à l'ébullition 27 kilog. 995, résultat qui tendrait à prouver que la combustion de l'alcool est la principale source à laquelle la chaleur animale vient s'alimenter, mais que ce n'est pas la seule. En effet, les physiciens ont trouvé que la somme de chaleur nécessaire à la vie de l'homme était de 3,250 calories par jour et qu'il doit se produire dans l'économie une foule de réactions qui doivent contribuer pour une part à fournir cette somme de chaleur.

Tous ces faits prouvent l'exactitude de l'hypothèse d'où nous sommes parti, laquelle consiste à admettre qu'il se forme dans l'économie humaine, en 24 heures, 766 gr. de sucre, qui, par la fermentation, donnent 391 gr. d'alcool, lesquels, par leur combustion, fournissent la majeure partie de la chaleur nécessaire à l'entretien de la vie.

Il résulte de nos expériences que le flambeau de la vie est une véritable lampe à alcool, dont le combustible n'est fourni, ni par le sang, ni par les éléments qui entrent dans la constitution de nos organes, mais bien par une substance combustible qui n'a aucun rapport avec les éléments plastiques qui entrent dans notre organisation. Si nous voulions assimiler les faits qui se passent dans notre organisme à ceux qui se produisent en dehors de nous, nous ne dirions pas que la vie est le résultat d'une combustion continuelle s'effectuant aux dépens de nos tissus, qui auraient besoin à chaque instant d'être renouvelés, mais nous dirions que la vie résulte d'une fermentation qui s'exerce sur le sucre introduit par les aliments, et que cette fermentation ne peut être un instant suspendue sans que la mort ne soit la conséquence de cette suspension.

Les nouveaux points de vue sous lesquels nous envisageons les phénomènes de la respiration et du développement de la chaleur

animale, peuvent avoir la plus grande influence en physiologie et en médecine. Ils pourront servir à diriger le praticien dans la détermination des aliments nécessaires à l'homme pour le maintenir dans son état normal, ils lui feront connaître le rôle que jouent les boissons alcooliques introduites dans son alimentation, ils pourront également le guider dans les moyens curatifs auxquels il devra avoir recours dans le cas où le sucre n'éprouve pas la fermentation alcoolique, et n'étant pas brûlé dans l'organisme, apparaît dans les produits de la sécrétion, et constitue alors cette grave maladie à laquelle on a donné le nom de diabète.

Permettez-moi, Messieurs, en finissant, de vous exprimer ma gratitude pour l'attention bienveillante que vous avez prêtée à mes études sur les fermentations. Si la théorie nouvelle de la respiration, que je viens de vous exposer, parvient à être adoptée, si un jour elle rend à la science médicale les services que je me plais à en attendre, ce sera à vous que je serai redevable de la publicité qu'elle ne peut manquer d'acquérir, lorsqu'elle sera placée sous votre haute protection. Les encouragements m'ont manqué jusqu'ici. Les académies sont placées trop haut pour que le bruit que font les découvertes d'un travailleur isolé en province puisse parvenir jusqu'à elles. Heureusement que notre Association est venue combler une lacune qui existait dans notre organisation scientifique, en servant d'intermédiaire entre le public et celui qui est à la recherche de la vérité. Aujourd'hui on n'aura plus besoin d'être patronné par des savants officiels pour parvenir à se faire connaître. Tout homme ayant une idée généreuse à transmettre, une pensée féconde à produire, trouvera auprès de vous la même attention et la même bienveillance que j'y ai rencontrées et dont je vous exprime en ce moment toute ma reconnaissance.

DISCUSSION

Sans vouloir rien préjuger sur la valeur de la communication précédente, M, Balard fait remarquer que les caractères invoqués par M. Blondeau pour reconnaître l'alcool sont tout à fait insuffisants et que l'odeur, la saveur signalées par l'auteur peuvent aisément tromper; que même, l'action du permanganate de potasse n'est pas suffisante pour permettre l'affirmation.

S'associant à ces idées, M. Wurtz regrette que M. Blondeau n'ait pas cru devoir donner de la présence de l'alcool une démonstration plus évidente; il aurait pu, par exemple, employer la méthode de Gay-Lussac (distillations répétées sur du carbonate de potasse), qui permet d'isoler de petites quantités d'alcool et de reconnaître la nature de ce corps d'une façon certaine en le transformant en iodure d'éthyle.

MM. C. FRIEDEL

Maître de conférences à l'École normale supérieure,
Conservateur des collections de minéralogie à l'École nationale des Mines

ET

R. D. SILVA

SUR LA PINACONE ET SES DÉRIVÉS

— Séance du 25 août 1873. —

M. Friedel expose les recherches qu'il a faites en commun avec M. R. D. Silva sur la pinacone et sur ses dérivés. Il rend compte d'abord de l'action de l'oxychlorure de phosphore sur la pinacone et du perchlorure sur la pinacoline, actions qui donnent lieu à la formation d'un même chlorure $C^6H^{12}Cl^2$ cristallisant en dodécaèdres rhomboïdaux. Il indique ensuite la formation d'un nouvel alcool, isomérique avec l'acool hexylique, que M. Silva et lui considèrent comme tertiaire, et qui se produit par l'hydrogénation de la pinacoline. L'oxydation de la pinacoline fournit un acide isomérique avec l'acide valérianique, cristallisable, faible à 30° et qui est peut-être identique avec l'acide triméthylacétique de M. Boutlerow. Les travaux ayant été en grande partie publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXVI, p. 226 et t. LXXVII, p. 48, ne seront pas reproduits ici.

M. Donato TOMMASI

ACTION DU CHLORURE DE CHLORACÉTYLE SUR LES AMINES PRIMAIRES DE LA SÉRIE AROMATIQUE. SUR UNE COMBINAISON DE L'URÉE AVEC L'ACÉTYLE CHLORÉ

— Séance du 25 août 1873. —

L'aniline, la toluidine et la naphtylamine peuvent, sous l'influence du chlorure d'acétyle monochloré, échanger un atome d'hydrogène contre un atome d'acétyle chloré $(C^2H^2\,Cl\,O)'$, et donner naissance à trois nouveaux produits cristallisés, qui sont :

la *phényle-chloracétamide* $\left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)' \\ H \\ (C^6H^5)'\end{matrix}\right\}Az$.

la *crésyle-chloracétamide* $\left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)' \\ H \\ (C^7H^7)'\end{matrix}\right\}Az$

et la *naphtyle–chloracétamide* $\left.\begin{matrix}C^{10}H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}Az$.

On obtient ces composés par un procédé tout à fait analogue à celui que j'ai indiqué pour la préparation de la chloracétylurée. La seule précaution à prendre, c'est de n'introduire l'aniline, la toluidine ou la naphtylamine que par petites quantités à la fois dans le chlorure d'acétyle monochloré refroidi. On emploie pour une molécule d'aniline, de toluidine ou de naphtylamine un peu plus d'une molécule de chlorure de chloracétyle.

Les réactions qui donnent naissance à la phényle–chloracétamide, à la crésyle–chloracétamide et à la naphtyle–chloracétamide peuvent être représentées par les équations suivantes :

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}Az + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\H\\(C^6H^5)'\end{matrix}\right\}Az$$

$$\left.\begin{matrix}C^7H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}Az + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\H\\(C^7H^7)\end{matrix}\right\}Az$$

$$\left.\begin{matrix}C^{10}H^7\\H\\H\end{matrix}\right\}Az + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^2H^2\,Cl\,O)'\\H\\(C^{10}H^7)'\end{matrix}\right\}Az$$

La *phényle–chloracétamide* cristallise en aiguilles fines du sein de sa solution aqueuse ; elle se dépose, de l'alcool, sous forme de tables mamelonnées. Elle fond à 97° ; à une température élevée, elle se sublime. L'éther et l'acide acétique la dissolvent à froid en assez grande proportion. Les acides sulfurique et chlorhydrique la dissolvent aisément à chaud. L'acide nitrique bouillant transforme la phényle–chloracétamide en un nouveau composé nitré qui n'a pas encore été analysé.

L'analyse de la phényle-chloracétamide a donné les résultats suivants :

	CALCULÉ ($C^8H^8\,Cl\,O\,Az$)	TROUVÉ I	TROUVÉ II
Carbone	50 73	50 41	50 08
Hydrogène	4 71	4 83	5 13
Chlore	20 94	21 25	20 95
Azote	8 26	8 01	8 42
Oxygène	15 36	—	—

Lorsqu'on fait réagir à chaud une solution alcoolique d'ammoniaque sur de la phényle–chloracétamide, il se produit du chlorure d'ammo–

nium et une nouvelle substance isomérique du phényle-glycocolle ayant la composition suivante :

$$\left.\begin{array}{c} C^2H^2(OH)O \\ H \\ C^6H^5 \end{array}\right\} Az$$

et qui doit probablement prendre naissance d'après cette équation :

$$\left.\begin{array}{c} C^2H^2\,Cl\,O \\ H \\ C^6H^5 \end{array}\right\} Az + \left.\begin{array}{c} Az\,H^4 \\ H \end{array}\right\} O = \left.\begin{array}{c} C^2H^2\,(OH)\,O \\ H \\ C^6H^5 \end{array}\right\} Az + \begin{array}{c} Az\,H^4 \\ Cl \end{array}$$

La *crésyle-chloracétamide* cristallise en aiguilles prismatiques qui se subliment à 110° et fondent à 162°. Elle est insoluble dans l'eau froide, très-peu soluble dans l'eau bouillante. Les acides sulfurique et acétique la dissolvent faiblement à froid, en quantité assez notable à chaud. Elle est insoluble dans l'acide chlorhydrique. La crésyle-chloracétamide, sous l'influence de l'acide nitrique, paraît se convertir en un dérivé nitré.

La crésyle-chloracétamide a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	CALCULÉ ($C^9H^{10}\,Cl\,O\,Az$)	TROUVÉ I	TROUVÉ II
Carbone	58 85	58 83	59 07
Hydrogène	5 44	5 62	5 59
Chlore	19 34	19 26	19 14
Azote	7 62	7 23	7 31
Oxygène	—	—	—

La *naphtyle-chloracétamide* se dépose du sein de l'alcool bouillant en aiguilles soyeuses, incolores, inaltérables à la lumière, fusibles et sublimables à 161° ; insolubles dans l'eau, solubles à chaud dans l'alcool, l'acide acétique, etc.

Le chlorure de chaux ne donne aucune coloration avec la naphtyle-chloracétamide ; il en est de même d'un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique.

L'analyse de la naphtyle-chloracétamide a donné les résultats suivants :

	CALCULÉ ($C^{12}H^{10}\,Cl\,O\,Az$)	TROUVÉ I	TROUVÉ II
Carbone	65 60	65 42	65 22
Hydrogène	4 55	4 95	4 98
Azote	6 37	6 41	—
Chlore	16 17	16 38	16 31
Oxygène	7 31	—	—

Ces recherches ont été faites à la Sorbonne au laboratoire de chimie de M. Schützenberger.

M. Tommasi décrit ensuite la chloracétylurée ; il indique ses propriétés principales ainsi que son mode de préparation (V. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. LXXVI, p. 640, et *Bulletin de la Soc. Chim.*, t. XIX, p. 243).

M. A. HENNINGER

SUR LA RÉDUCTION DES ALCOOLS POLYATOMIQUES PAR L'ACIDE FORMIQUE

— Séance du 25 août 1873. —

L'acide formique possède un pouvoir réducteur très-énergique ; il réduit facilement l'oxyde mercurique et l'oxyde d'argent en mettant du mercure et de l'argent en liberté. La réduction des oxydes des autres métaux lourds est moins facile, elle a cependant lieu lorsqu'on chauffe les formiates de ces métaux à une température plus ou moins élevée ; il reste alors du métal comme résidu, tandis que l'acide formique passe à l'état d'anhydride carbonique.

Ces propriétés réductrices s'étendent aussi aux alcools polyatomiques. Il y a quelques années déjà, nous avons montré, M. Tollens et moi [1], que l'acide formique, dans certaines conditions, est capable de transformer la glycérine (alcool triatomique) en alcool allylique monatomique. Cette réaction, qui est une véritable réduction, est précédée de la formation d'une formine de la glycérine dont le dédoublement donne naissance à de l'alcool allylique, à de l'anhydride carbonique et à de l'eau.

Depuis cette époque, j'ai appliqué cette réaction à d'autres alcools polyatomiques, et j'ai observé que, dans tous les cas, il se produit d'abord des éthers formiques qui, par leur décomposition ultérieure, fournissent les produits de réduction de ces alcools.

I. — GLYCOL ÉTHYLÉNIQUE

Le glycol éthylénique $\begin{array}{c}CH^2.OH\\|\\CH^2.OH\end{array}$ chauffé avec de l'acide formique

[1] *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 266, et *Bulletin de la Société chimique*, 1869, t. XI, p. 394.